

TEKNIK PERAMALAN PENGGUNAAN AIR: KAJIAN KES NEGERI KEDAH

RUZLEETA BINTI ZAKARIA

UNIVERSITI UTARA MALAYSIA

2003

TEKNIK PERAMALAN PENGGUNAAN AIR: KAJIAN KES NEGERI KEDAH

**Tesis yang dikemukakan kepada Sekolah Siswazah untuk memenuhi sebahagian
daripada syarat memperolehi Ijazah Sarjana Sains (Sains Pemutusan)**

Sekolah Sains Kuantitatif

Universiti Utara Malaysia

Oleh

Ruzleeta Binti Zakaria

KEBENARAN MENGGUNAKAN TESIS

Laporan ini merupakan sebahagian daripada syarat pengijazahan program pasca Sarjana Sains (Sains Pemutusan), Universiti Utara Malaysia. Dengan ini, saya bersetuju membenarkan pihak perpustakaan mempamerkan laporan ini sebagai bahan rujukan umum. Saya juga bersetuju membenarkan mana-mana pihak membuat salinan samada sebahagian atau keseluruhan tesis ini bagi tujuan akademik dengan syarat mendapat kebenaran terlebih dahulu daripada penyelia tesis ataupun melalui Dekan Sekolah Siswazah, Universiti Utara Malaysia. Sebarang bentuk cetakan atau salinan bagi tujuan komersil adalah dilarang tanpa merujuk kepada penyelidik.

Kebenaran perlu diperolehi terlebih dahulu untuk menyalin atau menggunakan samada sebahagian atau keseluruhan isi kandungan tesis ini iaitu beralamatkan kepada:

Dekan Sekolah Siswazah

Universiti Utara Malaysia

06010 UUM Sintok

Kedah Darul Aman

PENGHARGAAN

Bersyukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izinNya dapatlah saya menyiapkan tesis ini sebagai memenuhi syarat Ijazah Sarjana Sains (Sains Pemutusan).

Ribuan terima kasih saya ucapkan kepada penyelia tesis saya iaitu Profesor Madya Dr. Abdul Razak Saleh serta penyelia bersama Encik Kamal Khalid dan Cik Suhaida Abdullah di atas segala tunjuk ajar dan buah fikiran yang diberikan selama ini. Tidak lupa juga ucapan terima kasih kepada pemeriksa dalaman iaitu Dr. Juzhar Jusof kerana sudi meluangkan masa untuk menyemak tesis ini.

Tidak lupa juga penghargaan kepada ibu dan ayah serta keluarga yang banyak memberikan semangat dan galakan, teman-teman seperjuangan Kak Ita, Kak Aida, Ros, Zura, Coknin, Kak Cbah, Kak Kiah, Kak Syam, Kak Zu, Kak Aza, Ruzelan dan Hisyam di atas nasihat dan dorongan serta semua pihak yang terlibat dalam menyiapkan tesis ini.

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk (i) meramal keperluan bekalan air di Negeri Kedah sehingga tahun 2010; (ii) mengenalpasti faktor-faktor yang menentukan kadar penggunaan air di Negeri Kedah; dan (iii) menilai keberkesanan sistem kutipan air yang dilaksanakan oleh Bahagian Bekalan Air, Jabatan Kerja Raya (JKR) Negeri Kedah. Ramalan keperluan air penduduk Negeri Kedah sehingga 2010 telah dilaksanakan dengan menggunakan empat model ramalan siri masa iaitu (a) Purata Bergerak, (b) Pelicinan Eksponen Berganda Dua, (c) Box-Jenkins, dan (d) Regresi Linear Siri Masa. Ujian Korelasi dan Khi Kuasa Dua telah digunakan untuk menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi kadar penggunaan air bagi Negeri Kedah. Kriteria-kriteria berikut (a) perbandingan peratus kutipan bil air bagi Sistem Lama dengan Sistem AWRS, (b) perubahan dalam kutipan hasil air, dan (c) jumlah hutang tertunggak serta jumlah kehilangan hasil air, telah digunakan untuk menilai keberkesanan sistem kutipan bil air Negeri Kedah. Berdasarkan kepada nilai saiz ralat MAD dan MAPE, kajian ini telah membuktikan bahawa Model Regresi Linear Siri Masa adalah model yang paling sesuai bagi tujuan peramalan keperluan air Negeri Kedah. Manakala faktor yang mempengaruhi kadar penggunaan air di Negeri Kedah yang dikenalpasti ialah bilangan isirumah, kewujudan kawasan perindustrian dan kawasan bandar.

Katakunci: Kutipan bil air, penggunaan air, faktor-faktor penggunaan air, analisis siri masa, ramalan

ABSTRACT

This study represents an attempt (i) to forecast the water requirement in Kedah until the year 2010; (ii) to identify factors that determine water consumption in Kedah; and (iii) to evaluate the income collection efficiency of the Water Supply Department, Jabatan Kerja Raya (JKR), the State of Kedah. Using time-series analysis for the time period 1995 to 2000, the water requirement of the state of Kedah was forecasted using the following four models: (a) Moving Average, (b) Double-Exponential Smoothing Method, (c) Box-Jenkins, and (d) Time-series Linear Regression. In this study, using the correlation and the chi-square test discovered the factors that influence the water requirement in Kedah. The efficiency of water billing collection system in Kedah was evaluated by (a) comparing the “old” income collection system and the newly-implemented AWRS System of water billing collection, (b) the change in water billing collection, and (c) the amount of total arrears, also the amount of Non-Revenue Water. Based on the criteria of MAD and MAPE, it was established that the time-series linear regression was the best model to forecast the water requirement of Kedah. Whilst the identified factors that influenced the rate of water consumption in Kedah were the amount of household, industrial areas and urban places.

Keywords: water billing collection, water consumption, water consumption factors, time series analysis, forecasting.

ISI KANDUNGAN

PERKARA	Muka Surat
KEBENARAN MENGGUNAKAN TESIS	i
PENGHARGAAN	ii
ABSTRAK (Bahasa Malaysia)	iii
ABSTRACT (English)	iv
ISI KANDUNGAN	v
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI AKRONIM	xiii
 BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Pengurusan Bekalan Air Negeri Kedah	2
1.3 Pembekalan Air Negeri Kedah - Satu Tinjauan	3
1.4 Permintaan Air	8
1.5 Hasil Air	10
1.6 Pernyataan Masalah	13
1.7 Objektif Kajian	14
1.8 Pentingnya Kajian	15

	1.9	Had Kajian	15
BAB 2		ULASAN KARYA	
	2.1	Takrif Penggunaan Bekalan Air	17
	2.2	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Tahap Penggunaan Air	18
	2.3	Keperluan Ramalan	22
	2.3.1	Fungsi Ramalan	22
	2.3.2	Jenis Ramalan	23
	2.4	Teknik-teknik Ramalan Siri Masa	24
	2.5	Kaedah Ramalan Siri Masa	28
BAB 3		METODOLOGI KAJIAN	
	3.1	Kaedah Pengumpulan Data	35
	3.2	Kaedah Penilaian Prestasi Kutipan	36
	3.3	Kaedah Mengenalpasti Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Penggunaan Air	37
	3.4	Model Peramalan	38
	3.4.1	Kaedah Purata Bergerak	38
	3.4.2	Kaedah Pelicinan Ekponen Berganda Dua	39
	3.4.3	Kaedah Box-Jenkins/ARIMA	41
	3.4.4	Model Regresi Linear Siri Masa	44
	3.5	Pengukuran Ralat Dan Kawalan Dalam Ramalan	45

3.6	Perisian Yang Digunakan	47
BAB 4	ANALISIS DATA	
4.1	Penilaian Prestasi Kutipan Hasil Air Negeri	
	Kedah	48
4.1.1	Kemudahan Pembayaran Bil Air	48
4.1.2	Kutipan Hasil Air dan Hutang Tertunggak	52
4.1.3	Kehilangan Hasil Air	57
4.2	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kadar	
	Penggunaan Air Negeri Kedah	59
4.2.1	Populasi	60
4.2.2	Kawasan Bandar dan Luar Bandar	62
4.2.3	Kawasan Perindustrian	67
4.2.4	Suhu dan Taburan Hujan	70
4.3	Ramalan Penggunaan Air	73
4.3.1	Kenalpasti Jenis Data	73
4.3.2	Teknik Ramalan	75
4.3.3	Model Yang Digunakan	76
	4.3.3.1 Kaedah Purata Bergerak	77
	4.3.3.2 Kaedah Pelicinan Eksponen	
	Berganda Dua	78
	4.3.3.3 Kaedah Box-Jenkins Tidak	
	Bermusim	79

	4.3.3.4 Kaedah Regresi Linear Siri Masa	84
	4.3.3.5 Perbandingan Ralat Antara Model	87
	4.3.4 Ramalan	88
BAB 5	KESIMPULAN DAN CADANGAN	90
RUJUKAN		94
LAMPIRAN		97
LAMPIRAN A	Data Peratus Kutipan Hasil Air Berdasarkan Sistem Lama dan Sistem AWRS	
LAMPIRAN B	Pengujian Sampel Berpasangan bagi Peratus Kutipan Hasil air Berdasarkan Sistem Lama dan Sistem AWRS	
LAMPIRAN C	Pengujian Ketakbersandaran Khi Kuasa Dua bagi Kadar Penggunaan Air Kawasan Bandar Serta Luar Bandar	
LAMPIRAN D	Pengujian Ketakbersandaran Khi Kuasa Dua bagi Kadar Penggunaan Air Kawasan Perindustrian serta Bukan Perindustrian	
LAMPIRAN E	Suhu Maksimum, Taburan Hujan dan Penggunaan Air Negeri Kedah Tahun 2001	
LAMPIRAN F	Data Penggunaan Air Negeri Kedah dari Tahun 1995 Sehingga 2000	

LAMPIRAN G	Pengiraan Ralat MAD dan MAPE untuk Kaedah Purata Bergerak
LAMPIRAN H	Pengiraan Ralat MAD dan MAPE untuk Kaedah Pelicinan Eksponen Berganda Dua
LAMPIRAN I	Output MINITAB bagi Model ARIMA/Box-Jenkins
LAMPIRAN J	Output MINITAB bagi Analisis Regresi Linear Siri Masa
LAMPIRAN K	Jumlah Akaun Pengguna dan Peratus Perubahan dari Tahun 1995 sehingga 2001

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKA SURAT
1.1	Kapasiti Loji Rawatan Air Negeri Kedah 5
1.2	Bilangan Akaun Pengguna Domestik dan Bukan Domestik 8
1.3	Permintaan Bekalan Air Negeri Kedah Sehingga 2010 10
1.4	Pengutipan Bil Air Negeri Kedah 11
1.5	Pengeluaran, Penggunaan Air dan NRW Negeri Kedah 12
4.1	Jumlah Caj, Kutipan Hasil dan Peratus Kutipan
	Hasil Air Negeri Kedah 53
4.2	Jumlah Hasil BBA Mengikut Tahun 55
4.3	Hutang Tertunggak Hasil Air Negeri Kedah 56
4.4	Pengeluaran, Penggunaan Air dan Peratus NRW
	Negeri Kedah 58
4.5	Populasi dan Penggunaan Air Domestik Negeri Kedah 60
4.6	Penggunaan Air Domestik dan Bilangan Isi Rumah
	Negeri Kedah Tahun 2001 61
4.7	Penggunaan Air Daerah Kedah Utara (Mengikut Mukim),
	Tahun 2000 64
4.8	Penggunaan Air Bukan Domestik Mengikut Daerah
	Negeri Kedah (bagi tahun 2001) 68
4.9	Ralat MAD dan MAPE bagi Kaedah Purata Bergerak 77

4.10	Ralat MAD dan MAPE bagi Kaedah Pelicinan Eksponen Berganda Dua	78
4.11	Perbandingan Nilai Sebenar dan Nilai Ramalan Arima (0, 1, 1)	83
4.12	Perbandingan Nilai Sebenar dan Nilai Ramalan Menggunakan Model Regresi Linear Siri Masa	86
4.13	Perbandingan Ralat Mengikut Model	88
4.14	Ramalan Penggunaan Air Negeri Kedah dari Januari 2003 sehingga Disember 2010	89

SENARAI RAJAH

RAJAH		MUKA SURAT
1.1	Lokasi Tasik dan Empangan Negeri Kedah	7
2.1	Garisan Masa Dalam Ramalan Siri Masa	28
4.1	Peratus Kutipan Hasil Air Berdasarkan Sistem Lama dan Sistem AWRS	51
4.2	Peratus Kutipan Hasil Air Mengikut Tahun	54
4.3	Hutang Tertunggak Hasil Air Negeri Kedah	57
4.4	Plot Serakan Penggunaan Air Domestik Terhadap Bilangan Isi Rumah	62
4.5	Purata Penggunaan Air Bukan Domestik Untuk Setiap Akaun Sebulan bagi Negeri Kedah	69
4.6	Plot Serakan Penggunaan Air Terhadap Suhu	71
4.7	Plot Serakan Penggunaan Air Terhadap Taburan Hujan	72
4.8	Penggunaan Air di Negeri Kedah	73
4.9	Fungsi Autokorelasi bagi Data Penggunaan Air Negeri Kedah	75
4.10	Pembezaan Siri Pertama	80
4.11	Plot ACF Selepas Pembezaan Siri Pertama	81
4.12	Plot PACF Selepas Pembezaan Siri Pertama	82

SENARAI AKRONIM

ACF	= Autocorrelation Coefficient Function
AR	= Auto Regressive
ARMA	= Auto Regressive - Moving Average
AWRS	= Applied Water Revenue System
BBA	= Bahagian Bekalan Air
IWR-MAIN	= Institute for Water Resources Municipal and Industrial Needs
JKR	= Jabatan Kerja Raya
MA	= Moving Average
MAD	= Mean Absolute Deviation
MAPE	= Mean Absolute Percentage Error
MIS	= Management Information System
NRW	= Non Revenue Water
PACF	= Partial Autocorrelation Coefficient Function
SPSS	= Statistical Package for Social Sciences

BAB 1

PENGENALAN

1.1 PENDAHULUAN

Air merupakan sebagai “sumber yang digunakan untuk memenuhi keperluan manusia” (Biswas, 1997). Selain daripada cahaya matahari, udara, dan tanah, air adalah salah satu keperluan asas hidupan di bumi. Lebih khusus lagi, air merupakan salah satu keperluan asas manusia kerana manusia tidak boleh hidup tanpa air.

Selain dari salah satu keperluan manusia untuk hidup, air juga memainkan peranan yang penting dalam proses sanitasi untuk semua komuniti bandar dan luar bandar dan air diperlukan dalam proses pertanian serta perindustrian (Merrett, 1997). Oleh kerana air sangat penting untuk kehidupan manusia, sumber ini perlu diurus dengan baik. Kriteria yang selalu digunakan untuk indikator pengurusan air yang baik ialah adanya bekalan air yang mencukupi bagi semua keperluan manusia termasuk domestik, industri, pertanian, rekreasi dan alam sekitar. Selain dari bekalan yang mencukupi, pengurusan air yang baik bererti mendapat jumlah air yang mencukupi serta tepat pada waktu yang diperlukan, misalnya untuk tujuan penanaman dalam kes pertanian. Masalah

The contents of
the thesis is for
internal user
only

RUJUKAN

- Ahmad Mahdzan Ayob (1992). *Kaedah penyelidikan sosioekonomi*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Ani Shabri (1996). *Perbandingan penelahan pengeluaran minyak kelapa sawit mentah Malaysia menggunakan pengkaedahan box-jenkins dan pelicinan eksponen*, Jabatan Matematik, Universiti Teknologi Malaysia.
- Azme Hassan, Adzman Mohammad dan Mohd Fakhrudin Abdullah (1998). *An overview of the water supply organization and the water demand estimation in Central Kedah*. Universiti Utara Malaysia.
- Bidin Yatim dan Sharipah Soaad Syed Yahaya (2002). *Statistik gunaan*, Sintok: Universiti Utara Malaysia.
- Biswas, A.K. (1997). *Water resources: Environmental planning, management and development*, New York: McGraw Hill.
- Dandy, G. and Nguyen, T. (1997). Estimating residential water demand in the presence of free allowances. *Land Economics*, 73(1), 1-22.
- Draft Report of the Water Sector of the U.S National Assessment*. (2001). Atas talian Februari 2002, dari <http://www.nacc.uegcrp.gov/sectors/water/draft-report/climate-change-impact.html>
- Gaynor, P.E., and Kirkpatrick, R.C. (1994). *Introduction to time-series modeling and forecasting in business and economics*, New York: McGraw Hill.
- Gracia, F.A., Valinas, M.A., and Espineira, R.M. (2001). *The literature on the estimation of residential water demand*. University of Oviedo.
- Hanke, J.E., and Reitsch, A.G. (1998). *Business forecasting* (ed. 6). New Jersey: Prentice Hall.
- Hanke, J.E., Wichern, D.W., and Reitsch, A.G. (2001). *Business forecasting* (ed. 7). Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Hosseini Arsham (1994). *Time series analysis and forecasting techniques*. University of Texas.

- Jabatan Kerja Raya Malaysia (1991). *Laporan tahunan bekalan air di Semenanjung Malaysia*, Kuala Lumpur: Jabatan Kerja Raya.
- Jabatan Kerja Raya Malaysia (2001). *Malaysian water industry guide*, Kuala Lumpur: The Malaysian Water Association.
- Jabatan Kerja Raya Malaysia (2002). *Malaysian water industry guide*, Kuala Lumpur: The Malaysian Water Association.
- Jabatan Kerja Raya Negeri Kedah (1993). *Rancangan pembangunan sistem bekalan air Negeri Kedah*, Alor Setar: Jabatan Kerja Raya.
- Jabatan Kerja Raya Negeri Kedah (1994). *Laporan tahunan bahagian bekalan air Kedah Utara*, Alor Setar: Jabatan Kerja Raya.
- Madiah Khalid dan Zalina Mohd Daud (1992). *Penelahan siri masa: Konsep satuan dan pelaksanaan komputer* (Bowerman, B.L., dan Richard, T.O., Terjemahan). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka. (Terbitan asal 1979)
- Merret, S. (1997). *Introduction to the economics of water resources*, London: University College London Press.
- Mizgalewicz, P.J. (1991). *An analysis of monthly water demand in Phoenix Arizona*. University of Texas.
- Mohd Sheffie Abu Bakar (1995). *Metodologi penyelidikan*, Kuala Lumpur: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mokhtar Abdullah (1994). *Analisis regresi*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Molden, D. and Shaktivadeval, R. (1999). Water accounting to assess use and productivity of water. *International Journal of Water Resources Development*, 15(1), 1-11.
- Nik Fuaad Nik Abllah (1990). *Bekalan air, pembentungan dan pengairan*, Pulau Pinang: Universiti Sains Malaysia.
- Stevenson, W.J. (1999). *Production operations management*, Boston: Irwin McGraw Hill.
- The Malaysian Water Association (1994). *MWA design guidelines for water supply systems*, Kuala Lumpur: The Malaysian Water Association.

- Unruh, J., and Liverman, D. (1998). *Changing water use and demand in the southwest*. University of Arizona.
- Wurbs, R.A. (1995). *Water management models: A guide to software*, Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- Yahaya Mahamood (1992). *Statistik inferensi untuk sains tingkah laku*, Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Zou, J., and Zhou, J. (1999). Restructuring water industry in China: towards sustainable urbanization. *Journal of Environmental Sciences*, 11(3), 1-5.